

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Optimalizace traťového úseku Krnov – Brantice

Optimising railways in section Krnov – Brantice

Student:

Tomáš Kotek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.

Ostrava 2012

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Kotek**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby  
Téma: **Optimalizace traťového úseku Krnov – Brantice**  
**Optimising Railways in Section Krnov - Brantice**

### Zásady pro vypracování:

Úkolem studenta je v rozsahu studie navrhnout optimalizaci trati SŽDC v úseku Krnov – Brantice. Student se seznámí s dostupnými podklady (pasport trati, drážní vozidla, využití lokalit, územní plány, dopravně-inženýrskými daty...) a provede návrh možných řešení prvků optimalizace geometrické polohy koleje včetně souvisejících objektů. Student po analýze vybere a podrobněji zpracuje jednu z navržených variant. Výsledkem bakalářské práce bude návrh řešení prvků optimalizace geometrické polohy koleje a souvisejících objektů včetně zjednodušeného ekonomicko-technického porovnání možných řešení v rozsahu technické studie.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- Plášek, Zvěřina, Svoboda, Mockovciak : Železniční stavby-železniční spodek a svršek CERM, Brno, 2004
- C. Esvelt: Modern Railway Track, MRT Productions 2001
- Plášek: Železniční stavby, Návod do cvičení, VUT-Brno 2003
- Zákon č. 266/1994 (O drahách), vyhl. č. 177/1995 vč. změn a doplňků,
- ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha - projektování,
- ČSN 73 6320 Průjezdové průřezy na drahách celostátních...
- ČSN 73 6310 Navrhování železničních stanic
- EN 13848 Kvalita geometrie koleje


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.**

Datum zadání: 31. 10. 2011

Datum odevzdání: 30. 04. 2012



  
doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.  
děkanka fakulty

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis student

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

## **ANOTACE**

KOTEK, Tomáš. *Optimalizace traťového úseku Krnov – Brantice*. Ostrava, 2012, 32 s. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.

Předmětem bakalářské práce je optimalizace úseku Krnov – Brantice se zaměřením na zrychlení úseku a to bez změn směrového nebo výškového řešení stávající trasy. Výsledkem práce bude návrh úprav konstrukčního uspořádání koleje pro zvýšení rychlostní efektivity na daném úseku, při zachování cestovního pohodlí.

## **KLÍČOVÉ SLOVA**

optimalizace, rychlost, konstrukční uspořádání koleje, železniční úsek

## **ANNOTATION**

The subject of the bachelor thesis is to optimize the section Krnov – Brantice focusing on the acceleration section and no changes in direction or vertical alignment of existing route. Result of this work will propose modifications to the structural arrangement of the track to increase efficiency at a given velocity field, while maintaining the travel convenience.

## **KEYWORDS**

Optimization, speed, desing of the track, railway section

# OBSAH

OBSAH POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ .....	3
1. ÚVOD.....	4
1.1 Historie železnice a vývoj trakce .....	4
1.1.1 Koněspřežné dráhy .....	4
1.1.2 Parostrojní dráha .....	5
1.1.3 Výstavba hlavních tratí .....	6
1.1.4 Změny po roce 1877 .....	7
1.1.5 Situace za První republiky .....	8
1.1.6 Období Druhé republiky .....	10
1.1.7 Poválečná a socialistická éra.....	11
1.1.8 Vývoj po roce 1989 .....	14
1.2 Popis úseku Krnov – Brantice .....	15
1.2.1 Obecné informace .....	15
1.2.2 Krnov .....	16
1.2.3 Brantice.....	16
2. VOZOVÝ PARK.....	17
2.1 Stávající vozový park .....	17
2.1.1 Osobní soupravy .....	17
2.1.2 Rychlíkové soupravy .....	17
2.2 Možnosti modernizace vozového parku .....	18
2.2.1 Standartní motorové jednotky.....	18
2.2.2 Motorové jednotky s naklápěcími skříněmi .....	19
3. STÁVAJÍCÍ STAV .....	20
3.1 Směrové řešení.....	20
3.2 Výškové řešení.....	20

3.3	Stávající rychlosti .....	21
4.	NAVRHOVANÉ ZMĚNY .....	22
4.1	Obscný popis změn.....	22
4.2	Oblouk č. 1.....	23
4.3	Oblouk č. 2.....	23
4.4	Oblouk č. 3.....	24
4.5	Oblouk č. 4.....	24
4.5.1	Varianta A.....	24
4.5.2	Varianta B.....	24
4.6	Oblouk č. 5.....	25
4.6.1	Varianta A.....	25
4.6.2	Varianta B.....	25
4.7	Oblouk č. 6.....	25
4.7.1	Varianta A.....	25
4.7.2	Varianta B.....	26
4.8	Oblouk č. 7.....	26
4.9	Oblouk č. 8.....	26
5.	VOZIDLA S NAKLÁPĚCÍCÍMI SKŘÍNĚMI .....	28
5.1	Princip naklápěcí skříně.....	28
5.2	Výhody aplikace naklápěcí skříně .....	30
6.	ZHODNOCENÍ.....	31
7.	ZÁVĚR.....	32

## OBSAH POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

ČSD – Československé státní dráhy	[-]
ČSÚ – Český statistický úřad	[-]
I – nedostatek převýšení oblouku	[mm]
E – přebytek převýšení oblouku	[mm]
ČSN – Česká státní norma	[-]
n – součinitel sklonu vzestupnice	[-]
D – převýšení oblouku	[mm]
R – poloměr oblouku	[m]
L <sub>d</sub> – délka vzestupnice	[m]
L <sub>ke</sub> – eliminace nedostatku převýšení oblouku	[mm]
L <sub>k</sub> – maximální hodnota nedostatku převýšení oblouku pro jednotky s naklápěcími skříněmi	[mm]

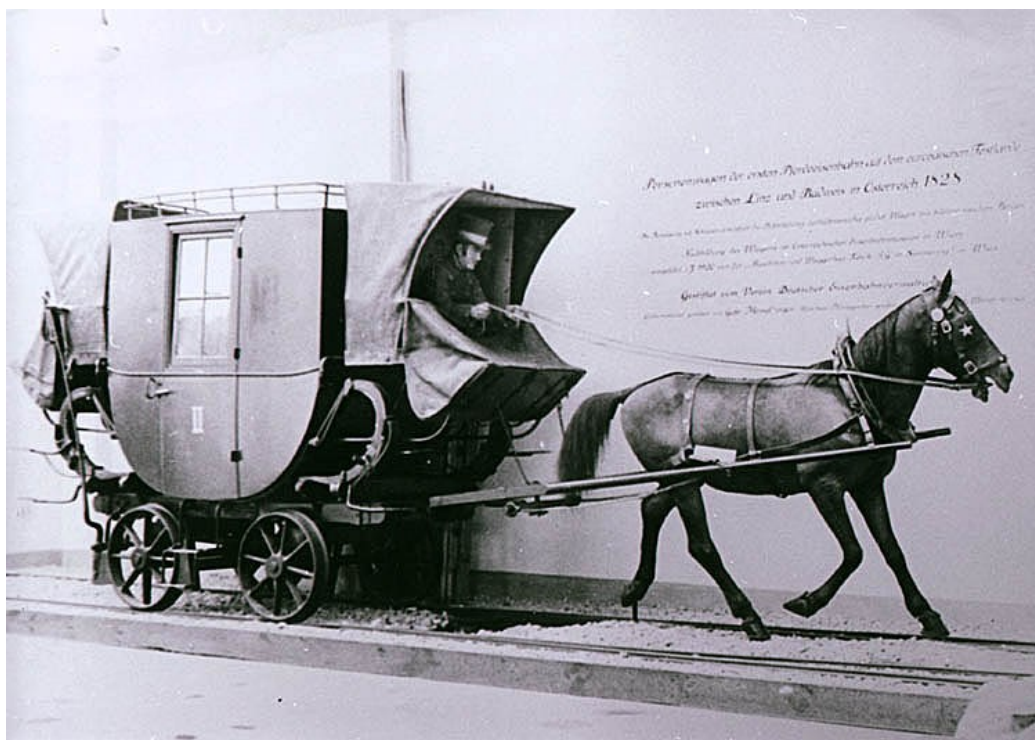


# 1. ÚVOD

## 1.1 Historie železnice a vývoj trakce

### 1.1.1 Koněspřežné dráhy

Počátek železnice v České republice se začíná psát asi ve 20. letech 19. století. V září 1827 byla uvedena do provozu první železnice na našem území. Byla to koněspřežná železnice Linec – České Budějovice a česká část byla dlouhá 63 km. Na jaře roku 1830 byla uvedena do provozu také Lánská koněspřežka a její délka byla 51 km. Obě železnice měly rozchod 1106 mm a jsou považovány za 2 nejstarší veřejné železnice na kontinentální Evropě. Později tato animální trakce ustoupila z meziměstské železniční dopravy. Obě stávající koněspřežné dráhy byly v 60. a 70. letech 19. století nahrazeny parními stroji. Koněspřežka se ale udržela v dopravě až do přelomu 19. století především v průmyslové dopravě, na vlečkách a jako tramvajová doprava.



Obr. 1 Koněspřežná železnice

### 1.1.2 Parostrojní dráha

Severní dráha císaře Ferdinanda byla soukromá společnost, která ve 30. a 40. letech začala s výstavbou parostrojních železnic. Hlavní postavou této společnosti byl vídeňský bankéř Salomon Mayer Rothschild plus pár dalších vídeňských bankéřů. 6. června roku 1839 byl zprovozněn úsek Vídeň – Břeclav, ke které 7. července stejného roku přibyla odbočka Břeclav – Brno. V roce 1841 byl úsek prodloužen do Přerova, úsek Břeclav – Přerov, a také vznikla odbočka Přerov – Olomouc. Srpen roku 1842 dal vzniku úseku Přerov – Lipník nad Bečvou, který se v květnu roku 1847 prodloužil až do Bohumína. Napojení této tratě na pruskou železniční síť se konalo v září 1848 na severu v Annabergu (dnes Chalupki).

23. prosinec 1841 je pro české železnice velice významné datum. Tohoto dne vzniká ve Vídni generální ředitelství státních drah a na výstavbě se po vzoru Pruska začíná podílet i stát. Nově vybudované úseky byly pojmenovány Severní státní dráha. Nejdelší nově postavený úsek byl Praha – Olomouc, který byl uveden do provozu v srpnu 1845, a jeho délka byla 250 km. Tento úsek se mezi lety 1850-1851 prodloužil až do Podmokel (dnešní Děčín) a byl považován za státní dráhu. Spojovací trať Brno – Česká Třebová, která byla dokončena v roce 1849, byla 90 km dlouhá a nalézalo se na ní 11 tunelů.

Díky hodně divokému roku 1848 a také výraznému zbrojení se ale státní pokladna začala nezadržitelně vyprazdňovat. Stát se díky tomu vzdal budování železnice podle sebe, zastavil veškerou výstavbu a stávající tratě prodal soukromé Společnosti státní dráhy (StEG), kterou ovládal francouzský kapitál. Daná situace dala vzniku tzv. Koncesního zákona. Díky tomuto zákonu bylo možno zvýhodnit podnikání v železničním průmyslu garantovaným zhodnocením kapitálu, možnost osvobození od daní na určitý čas apod.

### 1.1.3 Výstavba hlavních tratí

Díky koncesnímu zákonu byl hlavním sponzorem výstavby železničních tratí soukromý kapitál. Objevovali se hlavně tratě zaměřené na podporu průmyslu jako třeba uhelná těžba. Významnou společností byla Buštěhradská dráha, díky které vznikla trať Kladno – Kralupy nad Vltavou roku 1855. Poté rozšířila své vlastní tratě od Prahy až po německé hranice a stala se jednou z největších a ekonomicky nejúspěšnější firmou u nás té doby.

Roku 1856 byla dokončena Brněnsko – Rosická uhelná dráha, kterou posléze odkoupila Společnost státní dráha. Mezi jedny z nejziskovějších uhelných drah u nás byla Ústecko – Teplická dráha zbudována v roce 1858 mezi zmíněnými městy. Díky úspěchu se výrazně rozrostla a k jejímu zestátnění došlo až po 1. světové válce. Mezi Pardubicemi a Libercem se v 50. letech také zbudovala dráha a její součástí byla také odbočka ke Svatoňovickému uhelnému revíru.

Rozvoj železniční sítě pokračoval i v 60. letech a stále byl hlavním dirigentem průmysl, konkrétně propojení průmyslových zón po české zemi. Důležitá trasa vznikla mezi Prahou a Plzní a dále se protáhla až k bavorským hranicím. Další průmyslově významná dráha, Turnovsko – Kralupsko – Pražská dráha, spojila Kladensko a jejich uhelné doly s Libercem a jeho okolím, kde byl průmysl také na vysoké úrovni a žádal suroviny.

Obrovský rozmach železničních projektů se objevil v době tzv. konjunktury, která nastala po Prusko-rakouské válce, a to především díky přísunu velkého kapitálu, díky kterému za toto období vzniklo 3 500 km tratí na našem území. Většina projektů této doby byla budována na místech, kde se pouze předpokládala zisková průmyslová činnost, místo aby se budovali tratě s jistotou zisku. Soukromé společnosti byly hlavním budovatelským motorem této doby. Mezi jednu z mála státem vybudovaných tratí patří Protivín – Zdice – Rakovník s celkovou délkou 147 km. Rok 1872 byl velice významný pro Prahu, neboť díky spojení pražských nádraží mohl vzniknout pražský železniční uzel.

V květnu roku 1873 přišel krach na Vídeňské burze, který znamenal pro podstatnou část soukromých společností velké ekonomické problémy. Díky tomu se dokončení rozjetých projektů výrazně zpomalilo a některé dokončeny ani nebyly. Mezi takové můžeme zařadit třeba trať Moravsko-slezské centrální dráhy, konkrétně mezi Opavou a Trenčínem. Dodnes nalezneme pozůstatky z tohoto projektu v naší krajině.

#### **1.1.4 Změny po roce 1877**

Díky krachu na Vídeňské burze se ve světě objevuje hospodářská krize. Stát se začíná na výstavbu železniční sítě dívat jinýma, investičníma a ziskovýma očima. Vedení naší země se rozhodlo do železnice opět začít investovat, jednak kvůli ziskům a také pro případné vojenské využití železniční sítě v případě válečného stavu. Díky této politice se z většiny soukromých společností stávají státní podniky. Ze začátku stát přejímá především soukromé podniky, které trpí velkou ztrátou, jako jsou např. Dráha císaře Františka Josefa nebo Moravsko-slezská centrální dráha. Posléze ale pod stát přejdou i ziskové soukromé podniky jako třeba Česká západní dráha.

V tomto období se taky začínají objevovat požadavky od nejrůznějších měst, které nejsou příliš vzdáleny od hlavních tratí, o připojení do železniční sítě a výstavbu lokálních tratí. Po řádném zvážení se tak stane a začínají se budovat lokální tratě všude po naší zemi a tyto se poté napojují na hlavní úseky. V roce 1879 se dokončí první 3 lokální tratě Nové sedlo u Lokte – Loket, Chodov – Nejdek, Čáslav – Závratec. V oblasti Předlitavska později přibýlo 9 dalších lokálních tratí. Po úpravě zákona v roce 1881 se pro společnosti budování lokálních úseků hodně zatraktivnilo a víceméně se jiné, než lokální tratě nebudovali.

Červen roku 1903 je významným milníkem v historii naší železnice. V tomto roce byl zprovozněn první elektrický netramvajový úsek Tábor – Bechyně a v roce 1911 se k ní přidala trať Rybník – Lipno. Na Ostravsku postavili úzkorozchodnou síť tratí s rozchodem 760 mm, která se také mohla pyšnit elektrifikací. Byl to mezistupeň mezi kolejovou a tramvajovou dopravou.

### 1.1.5 Situace za První republiky

Konec první světové války znamenal vznik samostatného Československého státu, který neváhal a iniciativu rozvoje železniční sítě ponechal na svých bedrech. Toto rozhodnutí dalo vznik ČSD alias Československé státní dráhy a také jmenování generálního ředitele této společnosti. Zmatené poválečné situace se snažili využít českoněmečtí politici především snahou nepřiradit ke vznikajícímu Československu pohraniční oblasti. Tato snaha vedla i ke vzniku malých železničních ředitelství v těchto oblastech, ale žádný z těchto úřadů neměl dlouhého trvání, víceméně to byla otázka dnů. Důležitým krokem bylo vytvoření ministerstva železnic na začátku roku 1919.

V tomto období se výstavba nových tratí přesunula především na Slovensko a také spojení Slovenska s českým územím. U nás se stát zaměřil na rozšiřování některých stávajících úseků z jednokolejných na dvoukolejné jako např. Brno – Veselí nad Moravou nebo Praha – Zdice. Stát na začátku 20. let zestátnil poslední soukromé společnosti a to především proto, že byly zdevastovány válkou a byly výrazně zadlužené. Tyto dluhy kolikrát převyšovaly i jejich majetek. Mimo výstavbu nových tratí se v této etapě také zrušilo pár neefektivních, především nevyužívaných úseků.

Díky Rakouským státním drahám a Maďarským královským drahám se do vozového parku Československých státních drah dostalo několik parních lokomotiv. Byly ale hodně rozdílné a zastaralé díky průběžnému zestátnění a také díky válce. Československé státní dráhy nakonec vozový park výrazně modernizovaly. Hlavním cílem modernizace a nákupu nových strojů byla snaha dosáhnout větší hospodárnosti. V této době bylo několik významných parních lokomotiv. Jednou z nich byla řada 387.0 pro rychlíkové soupravy s přezdívkou Mikádo. Další významnou lokomotivou byla velká nákladní lokomotiva řady 534.0. Nejvýkonnější lokomotivou této éry byla rychlíková lokomotiva řady 486.0. Všechny tyto stroje byli moderní a velice kvalitní neboť jejich konstruktéři těžili z dlouholeté praxe ještě za dob monarchie.



Obr. 2 Nejvýkonnější rychlíková lokomotiva své doby řady 486.0

Snaha o začlenění motorových lokomotiv do provozu na našem území byla již v roce 1902, ale tato snaha neměla dlouhého trvání. V meziválečném období se ale především na místních tratích parní lokomotivy stávají neekonomickými v osobní dopravě. Poté se objevily tzv. smíšené vlaky, což byla kombinace osobních a nákladních vagonů v jedné soupravě. Bohužel tyto soupravy trpěly hlavně výrazným zpožděním, které bylo málokdy menší než jedna hodina. Především z těchto důvodů se vedení Československých státních drah rozhodlo oživit myšlenku motorových lokomotiv. Roku 1925 se objevují první motorové soupravy na trati Hodonín – Zaječí. První motorové stroje se inspirovaly silničními autobusy a jejich konstrukce byla dosti podobná. Řídicí stanoviště pouze na jedné straně lokomotivy byla nepříjemnou nevýhodou těchto prvních strojů. Netrvalo dlouho a na svět přišly zcela originální motorové lokomotivy a roku 1932 zcela ovládly místní železnice. Díky úspěchu na místních tratích se myšlenka motorizace začíná objevovat i na hlavních tratích. První využití motorizace bylo na dálkovém úseku Praha – Plzeň. Největší úspěch na hlavní trati Praha – Bratislava měly dva motorové vozy řady M 290.0. Jejich nasazení na danou trať bylo nejrychlejším pravidelným spojením těchto měst na dlouhou dobu a získaly si díky tomu označení Slovenská strela.



Obr. 3 Motorový vůz M 290.0 známý jako Slovenská strela

### 1.1.6 Období Druhé republiky

V září roku 1938 byla podepsána Mnichovská dohoda, která vedla k rozsáhlé migraci lidí a technického vybavení z pohraničních oblastí. Československé státní dráhy díky tomu přišly o část vozového parku, která byla vrácena na Němci zabrané území, kde sloužila nacistickému Německu. Dalším problémem bylo, že důležité hlavní tratě se částečně ocitly za hranicemi. Na tratích Praha – Ostrava a Praha – Bratislava byl výrazně zkomplikovaný provoz. Až díky tzv. peáži byl provoz na těchto tratích obnoven.

14. března roku 1939 se Slovensko odtrhlo a vznikl Slovenský Štát a s ním i samostatné Slovenské dráhy. Zbytek našeho území byl přejmenován na Protektorát Čech a Moravy a Československé státní dráhy změnilý název na Českomoravské dráhy. Netrvalo dlouho a železnice se podřídila potřebám války. Nad provozem našich železnic převzalo kontrolu německé vedení a využívalo ji především pro přesuny vojenské techniky, vojáků nebo surovin pro válečnou výrobu. Pro nedostatek pohonných hmot a také jejich šetření se vyřadily motorové lokomotivy. Druhá světová válka byla pro železniční síť na našem území především ve znamení destrukce jak samotných tratí tak u příslušných budov především nádraží. Bombardování, nálety, partyzánská činnost nebo i odboj vedly k podstatnému poškození železniční sítě.



### 1.1.7 Poválečná a socialistická éra

Po válce byla prvním zájmem rekonstrukce těžce poškozené železniční sítě, které činilo asi 3 500 km. Rekonstrukce byla ale hodně svižná a díky tomu už na konci roku 1945 byla značná část železniční sítě provozu schopná. Dalším problémem byly také značné ztráty ve vozovém parku, ve kterém se při válce zničilo asi 75% veškeré techniky. Tyto ztráty se snažila nahradit parní lokomotiva řady 534.0, která se k nám začala dodávat na přelomu roku 1945 a 1946.



Obr. 4 Parní lokomotiva řady 534.0

Díky snaze o elektrifikaci již v meziválečném období se tato snaha projevuje i po válce. Na území Slovenska se už během války začaly objevovat první elektrifikované úseky a těchto zkušeností, plus zkušeností z První republiky, využívali projektanti pro vytvoření elektrifikovaných úseků v co největším rozsahu. Pro elektrifikaci byl zvolen stejnosměrný proud o napětí 3 kV. První opravdu elektrifikovaný úsek vznikl roku 1955 na území Slovenska. Na území České republiky byl první úsek zprovozněn o 2 roky později. Také společnost Škoda Plzeň se angažovala výrobou lokomotivy a elektrickou trakci. Byl to model řady E 499.0 (dnešní 140). Modernizace se dočkal i pražský železniční uzel, když bylo 16. května roku 1962 napětí 1,5 kV nahrazeno 3 kV.





Obr. 5 Lokomotiva řady E 499.0 (dnes 140) hnaná elektrickou trakcí

Motorové lokomotivy měly výrazně pomalejší vývoj než zbylé trakce. Snaha vyrobit kvalitní a spolehlivý stroj sice začala hned po válce a první motorová lokomotiva se objevila již v roce 1953, byla to lokomotiva řady T 436.0, ale díky velice malým zkušenostem se v praxi tento stroj moc neosvědčil. Podobný konec postihl i několik dalších konceptů. První motorová lokomotiva, která měla úspěch u dopravců, byla řady T 435.0 (dnes 720) a světlo světa spatřila roku 1959. I přes tento úspěch se ale vozový park motorových lokomotiv rozrůstal i díky dovozu strojů ze Sovětského svazu. Motorová trakce se snažila navázat na úspěšné meziválečné období a na lokálních tratích se to celkem dařilo díky motorovým vozům M 131.1, které lokální úseky výrazně ovládaly. Do smutné historie se zapsaly rychlíkové stroje řady M 284.0 a M 284.1, které ale moc úspěchu neposbíraly. Tuto řadu v roli osobní a lehké rychlíkové dopravy nahradily motorové vozy řady M 262.0 (dnešní 830 a 831). Díky své spolehlivosti, pohodlí pro cestující a oblíbenosti se v provozu udržely dlouhou dobu. Další povedené motorové soupravy se objevily v 60. a 70. letech 20. století. Na hlavní tratě byly určeny řady 850 a 851 a na tratě lokální to byla řada 810. Všechny tyto motorové soupravy můžeme stále vidět v provozu na naší železniční síti. Největšího úspěchu dosáhla řada 853, která se zúčastnila mezinárodního provozu, expres Vindobona, a to na trati Berlín – Vídeň.



Obr. 6 Motorová lokomotiva řady 853

At' už byl vývoj a modernizace trakce v poválečném období plánován jakkoliv pozitivně, tuto éru ovládla parní trakce a až roku 1980 byla oficiálně ukončena. Do tohoto období můžeme zařadit lokomotivy řady 498.0 a 475.1. Poté pro těžké osobní soupravy sloužila řada 477.0 a její ještě výkonnější nástupce a to řada 556.0, která byla u konce parní trakce.

Mezi nejvýznamnější nově vybudované tratě se jednoznačně řadí úsek Brno – Havlíčkův Brod, kde byla původně regionální dráha, ale vhodnou přestavbou v části úseku mezi městy Žďár nad Sázavou a Tišnovem mohla vzniknout trať hlavní. Myšlenka této úpravy se objevila již v průběhu druhé světové války a stavba byla v tuto dobu také oficiálně zahájena, ale nakonec z ní sešlo a svého vybudování se dočkala až v letech 1946 – 1953.

### 1.1.8 Vývoj po roce 1989

Toto období je především ve znamení rušení málo využívaných regionálních tratí a modernizaci hlavních tratí. Hodně moderním prvkem v regionální dopravě se také stávají nejrůznější integrované systémy, které spojují blízké vesnice nebo příměstské oblasti s centry příslušných větších měst. Největší modernizací ale procházeli tzv. tranzitní koridory. Hlavním cílem projektovaných úprav bylo především zvýšení maximální rychlosti ze 120 km/h na efektivnějších 160 km/h. Koridory jsou celkem 4 a jejich celková délka je 1442 km a zahájení modernizace bylo v roce 1993. Mezi nové a velice smělé plány můžeme zařadit vysokorychlostní trať Praha – Beroun, nebo tzv. 5. koridor Praha – Liberec. Obě tyto dráhy jsou ale stále ve fázi plánování a studie. Mezi nejmodernější soupravy na české železniční síti patří elektrická jednotka 680, známá jako Pendolino. Tyto soupravy disponují technologií naklápěcí skříně, která umožňuje rychlejší průjezd oblouky díky eliminaci určité hodnoty nedostatku převýšení. Pravidelně se na hlavních úsecích, výhradně na koridorech, vyskytují od roku 2005.



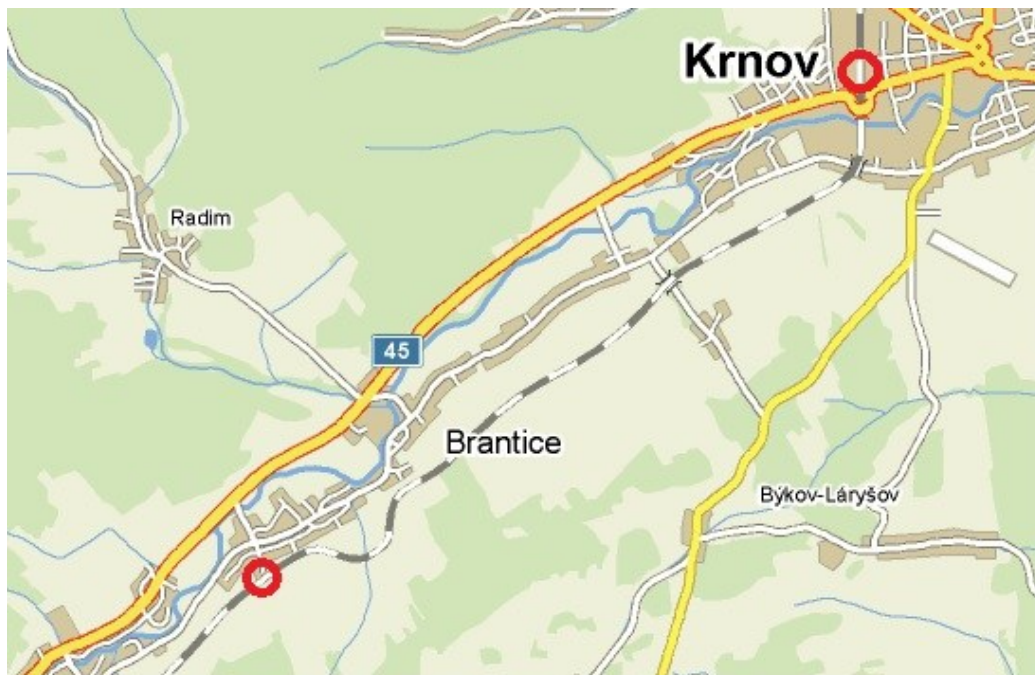
Obr. 7 Elektrická jednotka 680, Pendolino



## 1.2 Popis úseku Krnov – Brantice

### 1.2.1 Obecné informace

Železniční úsek Krnov – Brantice se nachází na území Moravskoslezského kraje v okrese Bruntál. Délka úseku činí 6,525 km a výškový rozdíl železničních stanic je 60 m, výše vybudovanou stanicí jsou Brantice. Úsek je využíván především pro regionální dopravu a je zde převaha osobních souprav. Díky napojení až na Olomouc zde ale jezdí i několik rychlíkových souprav s trasou Olomouc – Krnov. Potenciál tratě tudíž není zanedbatelný. Aktuální cestovní doba rychlíkové soupravy jsou necelé 2 hodiny na 87 km, což není zrovna efektivní.



Obr. 8 Mapa úseku Krnov - Brantice

### 1.2.2 Krnov

Město Krnov je situováno v severovýchodní části České republiky na soutoku řeky Opavy s Opavicí, v podhůří Nízkého Jeseníku v těsné blízkosti česko-polské hranice v okrese Bruntál v Moravskoslezském kraji. Dle počtu obyvatel se jedná o 48. největší město v České republice (25 090 obyvatel – stav k 31.12.2008 /zdroj ČSÚ/). Krnovsko má charakter průmyslově - zemědělské oblasti. Rozloha města je 44,4 km<sup>2</sup>. [1]



Obr. 9 Radnice města Krnov

### 1.2.3 Brantice

Obec Brantice se nachází jihozápadně od Krnova, se kterým bezprostředně sousedí. Přes Brantice se táhne Brantická vrchovina, která spadá do pohoří Nízkého Jeseníku. Jejím katastrem protéká řeka Opava. Obec tvoří dvě místní části: Brantice a Radim. Brantice leží v nadmořské výšce 341 a Radim 379 m nad mořem. Má 1210 obyvatel a její katastrální území měří 2,671 hektarů. [2]

## **2. VOZOVÝ PARK**

### **2.1 Stávající vozový park**

#### **2.1.1 Osobní soupravy**

Stávající vozový park na daném úseku se skládá pouze z motorových jednotek a ani do budoucna se neuvažuje o elektrifikaci. Motorový vozový park se průběžně modernizuje a nahrazují se starší stroje. Mezi veterány na tomto úseku by se dala zařadit motorová jednotka řady 809 a 810 s rokem výroby 1973 až 1982. Jejich pokračování v podobě řady 811 se vyrábělo roku 1997. Obě řady mají nezávislou trakci s hydromechanickým přenosem výkonu, výkon 155 kW, 2 nápravy a maximální rychlost je 80 km/h. Výraznou moderní náhradou těchto jednotek je motorová jednotka řady 812, známý jako Esmeralda, a řada 814, známé jako Regionova. Řada 812 měla shodné parametry jako 811, až na výkon, který byl zvýšen na 242 kW. Rok výroby byl 2001. Oproti tomu řada 814 má možnost dvou až tří-vozového uspořádání osobní motorové jednotky. Technické parametry zůstaly stejné jako u řady 812.

#### **2.1.2 Rychlíkové soupravy**

Mezi výkonnější a rychlejší motorové jednotky na úseku Krnov – Brantice patří jednotky řady 842, 843 a 854. Jednotky řady 842 se vyráběly v letech 1988 až 1994, mají hydromechanický pohon, 4 nápravy, 425 kW a maximální rychlost je 100 km/h. Jejich modernizací je řada 843. Trakce vozu je nezávislá s elektrickým střídavě-stejnoseměrným přenosem výkonu, výkon je zvýšen na 600 kW a maximální rychlost je 110 km/h. Výroba se datuje mezi léta 1995 a 1997. Poslední motorová jednotka na dané trati je řada 854. Ta vychází ze svých předchůdců řady 852 a 853. Využívá hydrodynamický přenos výkonu, má 4 nápravy, výkon 588 kW a maximální rychlost činí 120 km/h. Vyráběla se v letech 1997 až 2006.



Obr. 10 Ukázky řazení souprav na úseku Krnov - Brantice

## 2.2 Možnosti modernizace vozového parku

### 2.2.1 Standartní motorové jednotky

Průběžná modernizace probíhá již teď, kdy se řada 811 nahrazuje novou řadou 814 Regionova. Pro zvýšení pohodlí a rychlosti cestujících by bylo vhodnou motorovou jednotkou Siemens Desiro VT642. V České republice je již využívána v Ústeckém kraji a hlavní koncentrace je ve Spolkové republice Německo. Pohonná jednotka je tvořena dvěma šesti válcovými vznětovými motory od firem MTU a MAN. Každý z těchto motorů poskytuje buď 275 kW, nebo 360 kW výkonu. Maximální rychlost je 120 km/h. Počet sedadel je pro 1. třídu 12 a pro 2. třídu 98, míst na stání se uvádí 110. Souprava se může skládat ze dvou až tří jednotek. Dalšími výhodami je klimatizace a především bezbariérový nástup a výstup ze soupravy díky snížené nástupní hraně.



Obr. 11 Siemens Desiro VT642

### 2.2.2 Motorové jednotky s naklápěcími skříněmi

Aktuálně nejpoužívanější motorovou jednotkou ve světě s technologií naklápěcí skříně je model ICE TD 605, který se řadí mezi rychlovlaky s maximální rychlostí menší jak 249 km/h. V letech 2001 až 2006 tyto jednotky vyráběla společnost Siemens. Pohon zajišťuje čtveřice vznětových motorů, každý o výkonu 560 kW. Celkový výkon tedy činí 2240 kW a maximální rychlost je až 200 km/h. Tato soupravy běžně jezdí na německých a dánských tratích. Jejich hlavní výhodou je možnost eliminace nedostatku převýšení což má za následek možnost vyšší rychlosti v oblouku.



Obr. 12 ICE TD 605



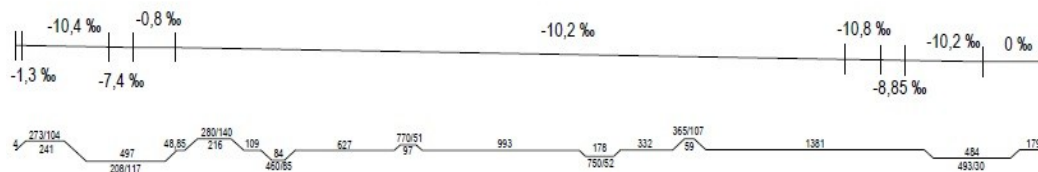
### **3. STÁVAJÍCÍ STAV**

#### **3.1 Směrové řešení**

Stávající úsek Krnov – Brantice je 6,525 km dlouhý. Tato vzdálenost je přímo mezi oběma stanicemi. Je zde 8 směrových oblouků. Úsek je součástí regionální trati a podle toho jsou uzpůsobeny i parametry jednotlivých oblouků. Poloměry oblouků se pohybují mezi hodnotami 288 až 770 m a průměrná hodnota je 462,375 m. Délky jednotlivých oblouků mají rozmezí 59 až 497 m a průměr činí 232 m. Největší komplikace pro optimalizaci je kombinace prvních třech oblouků, které jsou hned po stanici Brantice. Tyto oblouky se snaží kopírovat vrstevnice na daném území a mají velice malý poloměr a poměrně velkou délku, především prostřední oblouk této trojice. Jeho poloměr je roven 288 m a délka je 497 m. Tyto parametry jsou pro zrychlování nepříliš vhodné. Po této kombinaci oblouků nastává přímá pasáž s několika drobnými oblouky s menší délkou a výrazně větším poloměrem. Tyto oblouky slouží jako drobná směrová korekce a optimalizace v této části je bezproblémová. Poslední drobná komplikace se nachází ke konci úseku, kde je poslední oblouk tohoto úseku. Výrazně mění směr na nádraží Krnov. Poloměr oblouku je 493 m a délka 484 m. Tyto hodnoty jsou sice mírně limitující v rámci optimalizace, ale stále umožňují různé úpravy. Směrové řešení úseku je dobře vidět na Obr. 8 Mapa úseku Krnov - Brantice v kapitole 1.3.1 Obecné informace.

#### **3.2 Výškové řešení**

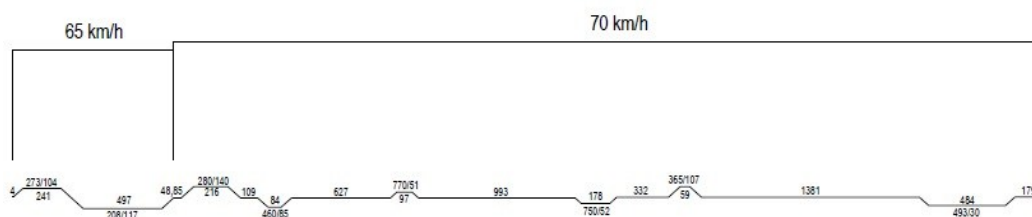
Stanice Brantice se nachází v nadmořské výšce 382 m a nádraží Krnov ve výšce 322 m. Celkový výškový rozdíl je tedy 60 m. Díky tomuto rozdílu má téměř celá část úseku průměrný sklon asi -10 ‰. Největší hodnota sklonu je -10,80 ‰ na délce 230 m, nejmenší je pak -0,80 ‰ a má délku 260 m. Nejdelší část úseku o stejném sklonu je 4, 235 km dlouhý a sklon zde činí -10,20 ‰. Nejkratší zase měří 153 m a hodnota sklonu je -7,40 ‰. Celý úsek od stanice Brantice průběžně klesá směrem na nádraží Krnov. Trať se svažuje podél vrstevnic a nejsou tu výrazné sklonové zlomy.



Obr. 13 Sklonové poměry

### 3.3 Stávající rychlosti

Stávající maximální rychlosti nejsou nikterak vysoké a jsou způsobené regionální dopravě a stavu tratě. V prvních dvou obloucích hned po stanici Brantice je maximální možná rychlost 65 km/h. Poté se s dalším obloukem zvyšuje na 70 km/h a ta platí na celé zbývající části úseku až po nádraží v Krnově. Aktuální stav možných rychlostí nejlépe demonstruje čára rychlostí stávajícího stavu. Tyto rychlosti jsou nedostatečné a nejsou schopny využít potenciál současného vozového parku. Minimální rychlosti nejméně výkonných souprav je 80 km/h a těch nejvýkonnějších je až 120 km/h. Optimalizace úseku je tedy na místě a snaha o zrychlení tratě je pochopitelná.



Obr. 14 Stávající čára rychlostí

## 4. NAVRHOVANÉ ZMĚNY

### 4.1 Obecný popis změn

Optimalizace železničního úseku Krnov – Brantice spočívá v úpravě konstrukčního uspořádání koleje, konkrétně se mění hodnoty převýšení v jednotlivých obloucích. Směrové a výškové řešení tratě zůstává neměnné. Alternativou by byla navýšení poloměrů oblouků, ta ale přináší změny v zabraném území. Na obrázku číslo 15 jsou oblouky očíslovány pro kvalitnější popsání jednotlivých změn. Hlavním parametrem pro navrhované změny byl nedostatek převýšení  $I$  a přebytek převýšení  $E$ . Podle maximálních hodnot těchto parametrů na základě normy ČSN 73 6360-1 byly navrženy níže uvedené změny. Pro nedostatek převýšení byla limitní hodnota  $I = 100$  mm a pro přebytek převýšení to byla hodnota  $E = 80$  mm. Problém optimalizace mohla být, díky úpravě převýšení, délka vzestupnice. Po přepočítání se ale prokázalo, že délky všech vzestupnic jsou dostačující a stačí pouze úprava součinitele sklonu vzestupnice  $n$ . Doporučená minimální hodnota  $n$ , je 445 a nejmenší možná je 400. Nejmenší hodnota  $n$  na dané trati je 506,67, což je hodnota vyhovující.



Obr. 15 Očíslování jednotlivých oblouků

## 4.2 Oblouk č. 1

U prvního oblouku se díky jeho umístění na trati nemění žádný z parametrů. Následuje hned po stanici Brantice a po něm navazuje oblouk č. 2, který je největší komplikací toho úseku. Možnost úprav by tu možná byla, oblouk má relativně příznivé parametry, ale navrhovat změny pro zvýšení rychlosti v oblouku, který se nachází hned po zastávce a navíc po něm následuje pomalý oblouk je neefektivní. Maximální možná rychlost tedy zůstává na hodnotě 65 km/h, převýšení je  $D = 104$  mm a nedostatek převýšení činí  $I = 78,62$  mm.

## 4.3 Oblouk č. 2

Tento oblouk má poloměr  $R = 288$  m a délku 497 m. Jedná se o nejkomplikovanější část tratě. Stávající hodnota převýšení je  $D = 117$ . Jedná se o hodnotu hraniční a nelze ji upravit na vyšší hodnotu. Dané převýšení ale umožňuje navýšení maximální rychlosti na 70 km/h při hodnotě nedostatku převýšení  $I = 83,7639$  mm.



Obr. 16 Fotografie z nejkomplikovanější části úseku

## 4.4 Oblouk č. 3

U tohoto oblouku už začínají možnosti změn. Poloměr je  $R = 280$  m, což sice není moc, ale již umožní drobné úpravy. Pokud stávající převýšení  $D = 140$  mm navrhnu na hodnotu  $D = 150$  mm, umožní to navýšení maximální rychlosti ze 70 km/h na hodnotu 75 km/h. Nedostatek převýšení je po úpravě  $I = 87,05$  mm. Délka vzestupnice je  $L_d = 79$  m a její součinitel sklonu je  $n = 564$ . Po změně převýšení a při zachování délky vzestupnice bude hodnota součinitele sklonu vzestupnice  $n = 526,67$ . V opačném případě se délka vzestupnice prodlouží na  $L_d = 85$  m při zachování původního součinitele sklonu vzestupnice  $n = 564$ .

## 4.5 Oblouk č. 4

### 4.5.1 Varianta A

Následující oblouk má poloměr  $R = 460$  a aktuální možná rychlost je 70 km/h. Převýšení oblouku je  $D = 85$  mm. Navrhnu upravit převýšení na  $D = 130$  mm, umožní tím zvýšení maximální možné rychlosti na 90 km/h. Z toho vychází nedostatek převýšení  $I = 77,78$  mm. Tato hodnota vyhovuje i standartní doporučené maximální hodnotě, což je prospěšné pro cestovní pohodlí. Délka vzestupnice je  $L_d = 66$  m dlouhá a součinitel sklonu je  $n = 776$ . Po úpravě převýšení a stejné délce vzestupnice bude součinitel sklonu  $n = 507,69$ . V případě ponechání stávajícího součinitele sklonu vzestupnice, který činí  $n = 776$ , by její délka byla  $L_d = 101$  m.

### 4.5.2 Varianta B

Maximální rychlost by mohla být až 95 km/h pokud navrhnu převýšení  $D = 135$  mm. Nedostatek převýšení by byl  $I = 96,51$  mm. Délka vzestupnice by byla  $L_d = 105$  m, nebo by se změnil součinitel sklonu vzestupnice na  $n = 488,89$ . Tyto hodnoty jsou sice v limitu, ale jejich vliv na cestovní pohodlí by mohl být znát.

## **4.6 Oblouk č. 5**

### **4.6.1 Varianta A**

Následující oblouk je krátký s poměrně velkým poloměrem, který je  $R = 770$  m. Současné převýšení je  $D = 51$  mm a nedostatek převýšení má hodnotu  $I = 73,13$  mm. Tyto hodnoty umožňují maximální rychlost až 90 km/h namísto stávajících 70 km/h a to bez jakékoliv úpravy konstrukčního uspořádání koleje. Hodnota nedostatku převýšení opět vyhovuje i standartnímu limitu.

### **4.6.2 Varianta B**

Daný oblouk má velice příznivé parametry pro optimalizaci, pokud navrhnu hodnotu převýšení na hodnotu  $D = 75$  mm, znamenalo by to navýšení maximální rychlosti až na 100 km/h. Nedostatek převýšení by byl  $I = 78,25$  mm. Délka vzestupnice je  $L_d = 40$  m a po úpravě, při zachování současného součinitele sklonu  $n = 784$ , by se prodloužila na  $L_d = 59$  m. V opačném případě by se součinitel sklonu vzestupnice zmenšil na  $n = 533,33$ .

## **4.7 Oblouk č. 6**

### **4.7.1 Varianta A**

Následující oblouk je velice podobný předchozímu. Jeho poloměr je  $R = 750$  m a převýšení je  $D = 52$  mm. Beze změn se může maximální rychlost v tomto oblouku navýšit ze 70 km/h na rychlost 90 km/h. Nedostatek převýšení pak bude mít hodnotu  $I = 75,44$  mm. Vzestupnice má délku  $L_d = 40$  m a součinitel sklonu vzestupnice je na hodnotě  $n = 769$ . Parametry oblouků č. 5 a č. 6 jsou velice podobné a také přináší obdobné možnosti optimalizace.

#### 4.7.2 Varianta B

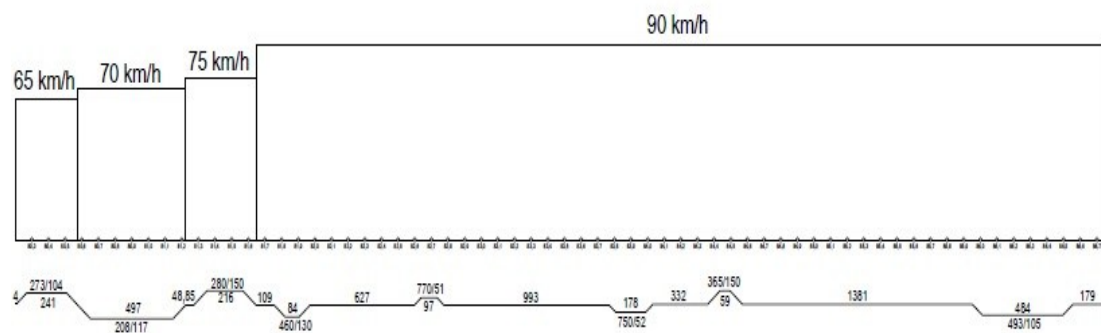
Ve variantě B navrhují navýšit převýšení ze současných  $D = 52$  mm na  $D = 78$  mm, tím by se mohla maximální rychlost zvýšit na 100 km/h. Nedostatek převýšení by činil  $I = 79,33$  mm. Opět je to hodnota vyhovující doporučenému limitu, která zajišťuje příjemné cestovní pohodlí. Při zachování stejné délky vzestupnice by součinitel sklonu vzestupnice klesl na hodnotu  $n = 512,82$ . Pokud by se neměnil součinitel sklonu vzestupnice tak by se délka zvýšila na  $L_d = 60$  m.

#### 4.8 Oblouk č. 7

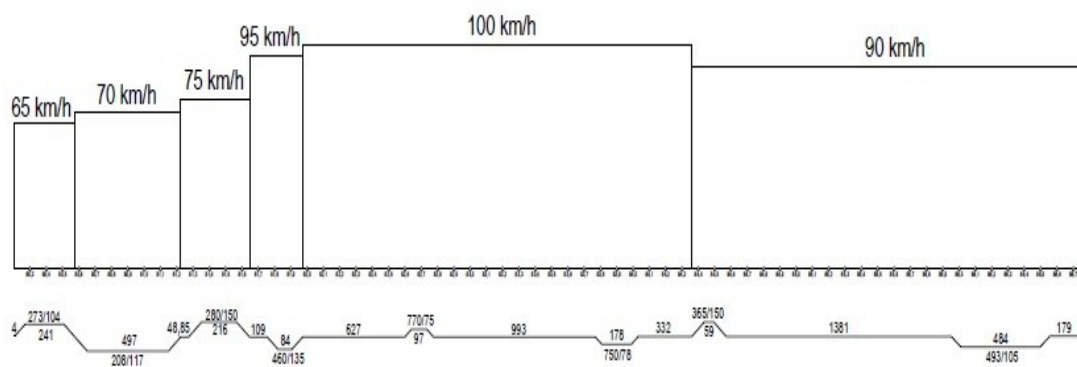
Oblouk má poloměr  $R = 385$  a délku 59 m. Stávající převýšení je  $D = 107$  mm a maximální rychlost je 70 km/h. Navrhují hodnotu převýšení  $D = 150$  mm, ta umožní průjezd rychlostí až 90 km/h. Nedostatek převýšení pak je  $I = 98,26$  mm. Tato hodnota vyhovuje limitní mezi. Délka vzestupnice je  $L_d = 76$  m a součinitel sklonu vzestupnice je  $n = 710$ . Díky úpravě převýšení se buď zmenší součinitel sklonu vzestupnice na  $n = 506,67$ , nebo se délka vzestupnice prodlouží na  $L_d = 107$  m.

#### 4.9 Oblouk č. 8

Poslední oblouk úseku má poloměr  $R = 493$  m a délku 484 m. Maximální rychlost je 70 km/h a převýšení je  $D = 30$  mm. Jen v tomto případě byl přebytek převýšení natolik výrazný, že mírně limitoval možnosti optimalizace. Navrhují převýšení  $D = 105$  mm, které způsobí, že nedostatek převýšení je  $I = 88,87$  mm a přebytek převýšení má hodnotu  $E = 75$  mm. Obě hodnoty vyhovují limitům podle normy ČSN 73 6360-1. Maximální rychlost se zvýší na 90 km/h. Vzestupnice se může z  $L_d = 60$  m prodloužit na  $L_d = 210$  m, nebo se součinitel sklonu vzestupnice sníží z  $n = 2000$  na hodnotu  $n = 571,43$ .



Obr. 17 Návrhová čára rychlostí varianta A



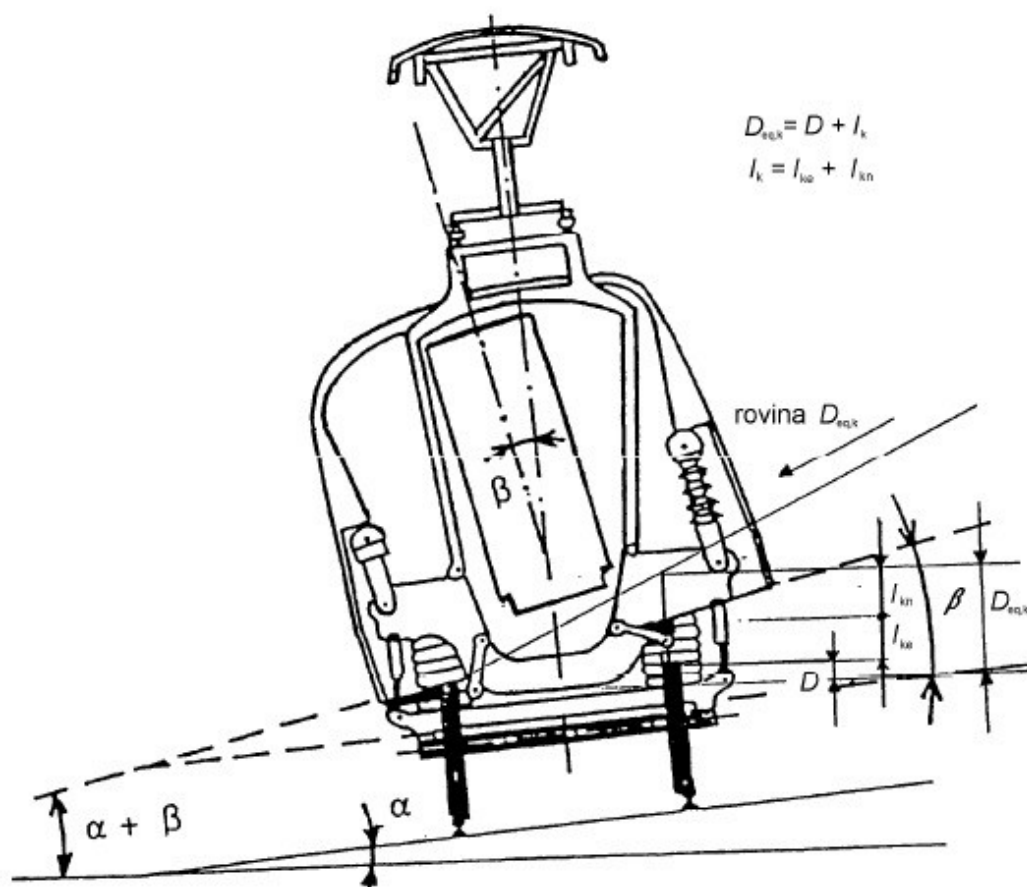
Obr. 18 Návrhová čára rychlostí varianta B



## 5. VOZIDLA S NAKLÁPĚCÍMI SKŘÍNĚMI

### 5.1 Princip naklápěcí skříně

Jednotky s naklápěcí skříní umožňují rychlejší průjezd obloukem díky náklonu vozu. Tím způsobuje eliminaci nedostatku převýšení. Systém může být aktivní nebo pasivní. U pasivního systému je maximální možný náklon  $4^\circ$ , je to kvůli bezpečnosti proti překlopení jednotky. Naklopení způsobuje vliv odstředivé síly. Výhodou pasivního systému je především jednoduchá konstrukce. Typická jednotka s pasivním systémem je Talgo 350. Aktivní systém je spouštěn na základě podnětů řídicích jednotek. Ty určují náklon na základě rychlosti, převýšení a odstředivé síly. Aktivní systém má maximální náklon až  $8^\circ$ . Naklápění zajišťují hydraulický nebo elektromechanický systém. Pro naklopení je potřeba externího zdroje energie. V České republice se využívají pouze jednotky s aktivním systémem naklápění.



Obr. 19 Schéma aktivního systému naklápěcí skříně

Aktivace systému naklápění je podmíněna prahovými hodnotami jednotlivých parametrů, jako jsou minimální rychlost, dostatečné převýšení, poloměr oblouku a jiné. V následující tabulce jsou uvedeny technické parametry naklápěcí skříně a prahové hodnoty pro aktivaci naklápění.

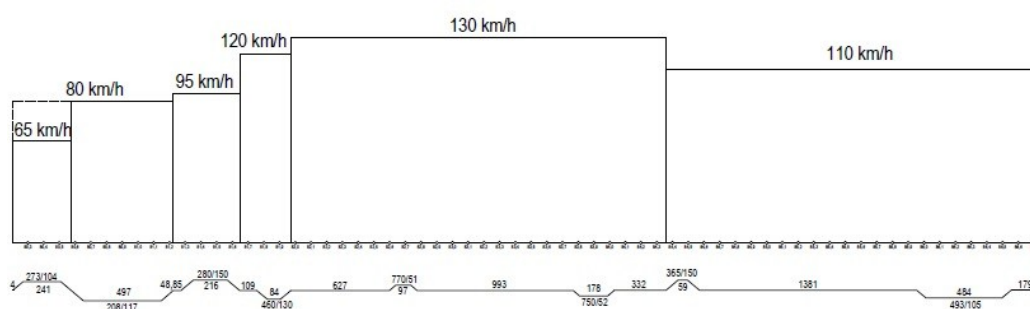
Tab. 1 Technické parametry a prahové hodnoty pro naklápěcí skříně

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Max. úhel naklopení <math>\beta_c</math></b>	$8^\circ$
<b>Max. účinný úhel naklopení <math>\beta</math></b>	$6,5^\circ$
<b>Max. rychlost naklápění <math>V_\beta</math></b>	$5^\circ \cdot s^{-1} (131 \text{ mm} \cdot s^{-1})$
<b>Max. nedostatek převýšení <math>I_k</math> na podvozku (<math>I_k = D_{eq,k} - D</math>)</b>	270 mm
<b>Max. eliminace nedostatku převýšení <math>I_{ke}</math> naklopením</b>	170 mm
<b>Max. neeliminovaný nedostatek převýšení <math>I_{kn}</math> na vozové skříně</b>	100 mm
<b>Faktor kompensace <math>\alpha</math> (podíl <math>I_{ke}:I_k</math>)</b>	0,8
<b>Prahová hodnota <math>D</math> pro aktivaci naklápění</b>	13 mm
<b>Prahová hodnota <math>I_k</math> pro aktivaci naklápění</b>	15 mm
<b>Min. rychlost pro aktivaci naklápění</b>	$> 65 \text{ km} \cdot h^{-1}$
<b>Korekce signálu akcelerometru (1.vůz) <math>K</math></b>	$= 1,8 \cdot D_{\Delta T}$
<b>Max. hmotnost na nápravu</b>	13,5 t

Minimální hodnota poloměru oblouku pro aktivaci naklápěcí skříně je  $R = 250 \text{ m}$ . Tuto splňuje každý z oblouků a tak poloměr nebrání aktivaci této technologie. Oblouk č. 1 má limitní minimální rychlost, která má hodnotu  $V = 65 \text{ km/h}$ . Tato hodnota je prahová ale nevylučuje možnost aktivace naklápěcí skříně. Doporučené minimální převýšení je  $D = 40 \text{ mm}$ . Tuto mez splňuje bez problémů každý z osmi oblouků úseku.

## 5.2 Výhody aplikace naklápěcí skříně

Myšlenka využití technologie naklápěcí skříně na regionální trati, konkrétně na úseku Krnov – Brantice je spíše teoretická. Aktuální jednotky s touto technologií jsou moderní rychlovlaky na hlavních koridorových tratích. Představa, že se naklápěcí skříň objeví i na regionálních tratích, je otázka budoucnosti. I přes absenci této technologie se mohou zvážit případné přínosy při aplikaci naklápěcí skříně i na regionální úseky. Po započtení eliminace nedostatku převýšení  $L_{ke} = 170$  mm se zvedne limitní hodnota nedostatku převýšení na  $L_k = 270$  mm. Toto navýšení umožňuje v průměru navýšení maximální rychlosti o 20 km/h, podrobnější informace jsou viditelné na čáře rychlostí ve verzi pro jednotku s naklápěcí skříní. V prvních dvou obloucích by se rychlost vlivem naklápěcí skříně zvýšila až na 90 km/h. Pouze oblouk č. 1 by mohl mít problém díky stávající rychlosti, která má prahovou hodnotu 65 km/h. Na zbývajících obloucích se nevyskytují žádné podprahové hodnoty a možnost aplikace se předpokládá. Pro oblouk č. 3 je rychlostí navýšení na hodnotu 95 km/h. Poté je na úseku oblouk č. 4, kde by se maximální rychlost zvýšila na 120 km/h. Následující pasáž obsahuje pátý a šestý oblouk, nejrychlejší oblouky celého úseku. Maximální rychlost této pasáže by mohla být až 130 km/h. Poslední dva oblouky na úseku by se mohli projíždět rychlostí až 110 km/h. Uvedené rychlosti navrhuji na variantu A. Varianta B tyto rychlosti splňuje také.



Obr. 20 Čára rychlostí pro naklápěcí skříně

## 6. ZHODNOCENÍ

Standartní cestovní doba z Brantic do Krnova je za stávajícího stavu asi 9 minut. V případě varianty A by se cestovní čas mohl pohybovat kolem  $7^{1/2}$  minuty. Varianta A je taky více vyrovnaná a její průběh rychlostí je téměř konstantní. Až na první část úseku, umožňuje naplno využít výkonu základních osobních souprav řad 810 a 814 Regionova, které mají maximální rychlost 80 km/h. Soupravám řad 854, 843, 842 atd. tato varianta umožní pohodlný a rychlý průjezd. Časová úspora varianty A by se mohla pohybovat kolem  $1^{1/2}$  minuty.

V případě varianty B je tu jen drobná úprava, která spočívá v modifikaci střední pasáže úseku. Ta umožní mezi 82 km a 84,4 km navýšení rychlosti až na 100 km/h a v oblouku před touto částí na 95 km/h. Toto nepatrné navýšení by mohlo uspořit zhruba 20 vteřin oproti variantě A. Výsledný cestovní čas by mohl mít hodnotu kolem  $7^{1/4}$  minuty. Je na zvážení zda se větší úpravy jednotlivých oblouků vyplatí pro odhadovaný časový zisk.

Technologie naklápečí skříně by přinesla výraznější zrychlení. Hodnoty maximálních rychlostí jsou vyšší od 15 km/h až po 40 km/h oproti variantě A. Nejvyšší rychlost na nejrychlejší části úseku je 130 km/h, u varianty A je to 90 km/h. Přínos této technologie na tuto trať by byl velice citelný. Odhadovaná cestovní doba by se mohla pohybovat kolem  $5^{3/4}$  minuty. Ve srovnání se stávajícím stavem je tu časová úspora  $3^{1/4}$  minuty, hodnota velice sympatická.

## 7. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo v rozsahu studie navrhnout optimalizaci traťového úseku Krnov – Brantice za účelem zrychlení úseku.

Osobně doporučuji variantu A pro její více konstantní průběh a vyváženost maximálních rychlostí oproti variantě B. Úprava 4 oblouků zrychlí cestovní čas mezi stanicemi o  $1^{1/2}$  minuty na rozdíl od varianty B, kde úprava 6 oblouků zrychlí úsek o  $1^{3/4}$  minuty. Odhadovaný časový zisk varianty B se mi nezdá natolik efektivní jako v případě varianty A. Také si myslím, že varianta A zajistí větší cestovní pohodlí a jednodušší práci pro strojvedoucího díky svému poměrně plynulému průběhu.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Leopoldovi Hudečkovi, Ph.D. z VŠB-TU Ostrava, vedoucímu technického oddělení SDC Ostrava Ing. Ivanu Červenkovi, pracovníkům SDC Ostrava a všem ostatním, kteří mě při práci podporovali.

## 8. SEZNAMY

### 8.1 Použitá literatura

- [1] ČSN 73 6360-1: Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha
- [2] TNŽ 013468: Výkresy železničních tratí a stanic
- [3] Plášek: Železniční stavby, Návodů do cvičení, VUT-Brno 2003
- [4] Plášek, Zvěřina, Svoboda, Mockovčíak: Železniční stavby-železniční spodek a svršek CERM, Brno, 2004
- [5] Plášek: Jednotky s naklápěcími skříněmi, VUT-Brno
- [6] Nakladatelství Klub čtenářů: Železnice historie a současnost, 2009
- [7] Schreier Pavel: Příběhy z dějin našich drah, 2009
- [8] Schreier Pavel: Naše dráhy ve 20. století, 2010
- [9] [www.atlaslokomotiv.net](http://www.atlaslokomotiv.net)
- [10] [www.krnov.cz](http://www.krnov.cz)
- [11] [www.brantice.cz](http://www.brantice.cz)
- [12] [www.zelpage.cz](http://www.zelpage.cz)
- [13] Babica, T.: Zastávka Bordovice na železniční trati Frenštát pod Radhoštěm – Veřovice, Ostrava: VŠB-TUO FAST, 2010
- [14] EN 13848 Kvalita geometrie koleje

## 8.2 Seznam citací

- [1] Oficiální stránky města Krnov. *Www.krnov.cz* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: [http://www.krnov.cz/\\_programs/Article.asp?sid=52&mid=2](http://www.krnov.cz/_programs/Article.asp?sid=52&mid=2)
- [2] Brantice obec. *Www.brantice.cz* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://www.brantice.cz/index.php?nid=748&lid=cs&oid=33545>

## 8.3 Seznam obrázků

- Obr. 1 Koněspřežná železnice
- Obr. 2 Nejvýkonnější rychlíková lokomotiva své doby řady 486.0
- Obr. 3 Motorový vůz M 290.0 známý jako Slovenská strela
- Obr. 4 Parní lokomotiva řady 534.0
- Obr. 5 Lokomotiva řady E 499.0 (dnes 140) hnaná elektrickou trakcí
- Obr. 6 Motorová lokomotiva řady 853
- Obr. 7 Elektrická jednotka 680, Pendolino
- Obr. 8 Mapa úseku Krnov - Brantice
- Obr. 9 Radnice města Krnov
- Obr. 10 Ukázky řazení souprav na úseku Krnov - Brantice
- Obr. 11 Siemens Desiro VT642
- Obr. 12 ICE TD 605
- Obr. 13 Sklonové poměry
- Obr. 14 Stávající čára rychlostí
- Obr. 15 Očíslování jednotlivých oblouků
- Obr. 16 Fotografie z nejkomplicovanější části úseku
- Obr. 17 Návrhová čára rychlostí varianta A
- Obr. 18 Návrhová čára rychlostí varianta B
- Obr. 19 Schéma aktivního systému naklápací skříně
- Obr. 20 Čára rychlostí pro naklápací skříně



### **8.3 Seznam tabulek**

Tab. 1 Technické parametry a prahové hodnoty pro naklápěcí skříně

### **8.4 Přílohy**

1. Čára rychlostí – Stávající stav
2. Čára rychlostí – Varianta A
3. Čára rychlostí – Varianta B
4. Čára rychlostí – Jednotky s naklápěcími skříněmi
5. Situace úseku Krnov - Brantice
6. Podélný profil
7. Charakteristické příčné řezy – Varianta A
8. Charakteristické příčné řezy – Varianta B